



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL
CURSO DE AGRONOMIA**

**RESPOSTA DO FEIJÃO MACASSAR E COMUM À INOCULAÇÃO
COM RIZÓBIO E USO DE BIOFERTILIZANTE EM UM
AGROSSISTEMA FAMILIAR**

IAN VICTOR DE ALMEIDA

**AREIA-PB
2017**

IAN VICTOR DE ALMEIDA

**RESPOSTA DO FEIJÃO MACASSAR E COMUM À INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO
E USO DE BIOFERTILIZANTE EM UM AGROSSISTEMA FAMILIAR**

**AREIA-PB
2017**

RESPOSTA DO FEIJÃO MACASSAR E COMUM À INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO E USO DE BIOFERTILIZANTE EM UM AGROSSISTEMA FAMILIAR

IAN VICTOR DE ALMEIDA

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Campus II, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Roseilton Fernandes dos Santos.

**AREIA-PB
2017**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

A447r Almeida, Ian Victor de.

Resposta do feijão macassar e comum à inoculação com rizóbio e uso de biofertilizante em um agrossistema familiar / Ian Victor de Almeida. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
37 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador (a): Prof. Dr. Roseilton Fernandes dos Santos.

1. Feijão comum – Adubação orgânica. 2. Feijão massacar – Adubação orgânica.
3. *Phaseolus vulgaris* L. . 4. *Vigna unguiculata* L. . 5. Fixação biológica. I. Santos, Roseilton Fernandes dos (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 635.652

IAN VICTOR DE ALMEIDA

**RESPOSTA DO FEIJÃO MACASSAR E COMUM À INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO
E USO DE BIOFERTILIZANTE EM UM AGROSSISTEMA FAMILIAR**

Banca Examinadora



Profº. Dr. Roseilton Fernandes dos Santos
Orientador



Profº. Dr. Daniel Duarte Pereira
Examinador



Profº. Dr. Djail Santos
Examinador



Profº. Dr. Lázaro de Souto Araújo
Examinador



Msc. Engenheiro Agrônomo Helder Grangeiro Lira
Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre se fazer presente em minha vida, me guiando pelos caminhos corretos;

A Universidade Federal da Paraíba, por todo suporte na realização deste curso;

A minha mãe, Neusa, por todo amor, carinho, incentivo e confiança. Pelo exemplo de ética e caráter, da busca contínua pelo conhecimento, por fazer acreditar que o estudo nos permite ir além, e mostrar que nunca é tarde para lutar pelos sonhos e que, mesmo em meio às adversidades, é possível vencer;

A minha namorada, Mariana, pelo amor, companheirismo e compreensão de sempre. Por estar comigo nos bons e maus momentos, dando um melhor sentido à vida. Obrigado pelo apoio e por contribuir para que tudo ocorresse bem;

A toda minha família, em especial meu avô, Antônio Victor de Abreu, que nos deixou durante este trabalho, mas a quem sempre vou ter como exemplo de índole, dignidade e respeito; minha vó Lindalva por todo amor, carinho e afeto de sempre e meu irmão Luigi pelo esteio e exemplo de que devemos lutar pelos nossos ideais.

A meu orientador, e mais do que isso, amigo, professor Roseilton Fernandes dos Santos, pela honrosa orientação, e apoio incondicional sobretudo nos momentos mais difíceis, ao qual devo parte da minha formação acadêmica e sou grato para sempre;

Aos professores, Daniel Duarte, Djail Santos, Lázaro Souto e o extensionista Helder Grangeiro, pelos ensinamentos e contribuições no desenvolvimento desse estudo, profissionais que admiro e tomo como referência para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos companheiros de curso, Adeildo, Diego, Expedito, Ewerton, Galileu, Francisco, Jorge e Valdeir, que tornaram essa caminhada uma experiência única, de boas lembranças para toda a vida.

Aos demais colegas e funcionários que contribuíram para o andamento dessa pesquisa.

Finalmente, à todos aqueles que de alguma forma, contribuíram para realização desse trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. A Cultura do Feijão Comum.....	14
2.2. A Cultura do Feijão Macassar	15
2.3. Uso de Inoculantes e Fixação Biológica no Feijoeiro	16
2.4. Uso do Biofertilizante na Agricultura	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Localização e Caracterização da Área Experimental	21
3.2. Culturas.....	22
3.3.1. Preparo do Biofertilizante aeróbico.....	23
3.3.2. Inoculação com Rizóbios	24
3.4. Características Avaliadas	24
3.4.1. Altura de Plantas.....	24
3.4.2. Diâmetro de Caule.....	24
3.4.3. Número e Massa Seca de Nódulos.....	25
3.5. Análise Estatística	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Feijão Comum	26
4.1.1. Altura de Plantas.....	26
4.1.2. Diâmetro de caule.....	27
4.1.3. Número e Massa Seca de Nódulos.....	28
4.1.4. Massa seca e Nitrogênio Acumulado na Parte Aérea.....	28
4.2. Feijão Macassar.....	29
4.2.1. Altura de Plantas.....	29
4.2.2. Diâmetro de caule.....	30
4.2.3. Número e Massa Seca de Nódulos.....	31
4.2.4. Massa seca e Nitrogênio Acumulado na Parte Aérea.....	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6. REFERÊNCIAS	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fertilidade do solo, coletado a 20 cm de profundidade.	22
Tabela 2. Composição química do biofertilizante puro aos 30 dias	24
Tabela 3. Altura de plantas, diâmetro de caule, número de nódulos, massa seca de, massa seca da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea do Feijão Comum.....	26
Tabela 4. Altura de plantas, diâmetro de caule, número de nódulos, massa seca de nódulos, massa seca da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea do Feijão Macassar.....	29

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação acumulada no local do experimento, referente aos 75 dias após semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.21
- Figura 2.** Representação da área: disposição e tamanhos blocos e parcelas experimentais.....23
- Figura 3.** Altura média de plantas de Feijoeiro Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.27
- Figura 4.** Diâmetro médio de plantas de Feijoeiro Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.27
- Figura 5.** Altura média de plantas de Feijão Macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB30
- Figura 6.** Diâmetro médio de plantas de Feijão Macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB31

ALMEIDA, Ian Victor de. **RESPOSTA DO FEIJÃO MACASSAR E COMUM À INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO E USO DE BIOFERTILIZANTE EM UM AGROSSISTEMA FAMILIAR**. 2017. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017. Orientador: Dr. Roseilton Fernandes dos Santos.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da inoculação com rizóbio e aplicação de adubação orgânica nas espécies Feijão Macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e Comum (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento foi realizado na propriedade Sítio Mãe Rosa, município de Remígio, Mesorregião do Agreste Paraibano, entre os meses de maio a julho de 2017. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constituídos por quatro tratamentos, três repetições e duas culturas, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos, em comum para as duas culturas, consistiram-se em: T0 (testemunha); T1 (inoculação com rizóbio); T2 (aplicação de biofertilizante aeróbico) e T3 (inoculação com rizóbio + aplicação de biofertilizante). Foram avaliados a altura de plantas; diâmetro de caule; número e massa seca de nódulos; massa seca e nitrogênio acumulado na parte aérea. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. No feijoeiro comum, o emprego do biofertilizante e a inoculação com rizóbio apresentaram diferenças significativas para a maioria das características avaliadas, por outro lado não houve diferença entre si, bem como na interação de ambos, comportamento semelhante foi visto na cultura do feijão macassar. Em suma, as duas espécies tiveram grande parte dos seus caracteres vegetativos influenciados positivamente pelo emprego dos tratamentos, aplicação de biofertilizante e inoculação com rizóbio, respectivamente, evidenciando a importância da utilização desses meios como alternativa para a produção sustentável de alimentos.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* (L.); *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; fixação biológica..

ALMEIDA, Ian Victor de. **RESPONSE OF COWPEA BEAN AND COMMON BEAN TO INOCULATION WITH RIZÓBIO AND USE OF BIOFERTILIZER IN A FAMILY AGROSSYSTEM**. 2017. 35 f. Work of course conclusion (Graduation in Agronomy), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017. Advisor: Dr. Roseilton Fernandes dos Santos.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the effect of inoculation with rhizobium and application of organic fertilization on the Cowpea Bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) And Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The experiment was carried out in the Sítio Mãe Rosa property, in the municipality of Remígio, in the state of Paraíba, between May and July 2017. The experimental design was a randomized block design consisting of four treatments, three replications and two cultures, totaling 24 experimental units. The treatments, in common for the two cultures, consisted of: T0 (control); T1 (rhizobium inoculation); T2 (application of biofertilizer) and T3 (inoculation with rhizobium + application of biofertilizer). The height of plants were evaluated; Stem diameter; Number and dry mass of nodules; Dry mass and nitrogen accumulated in the aerial part. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test, at 5% probability. In the common bean, the use of the biofertilizer and the inoculation with rhizobia presented significant differences for most of the evaluated characteristics, on the other hand there was no difference between them, as well as in the interaction of both, similar behavior was seen in macassar bean culture. In short, the two species had a large part of their vegetative characteristics positively influenced by the use of treatments, biofertilizer application and inoculation with rhizobium, respectively, evidencing the importance of the use of these media as an alternative for sustainable food production.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* (L.); *Vigna unguiculata* (L.) Walp, biological fixation.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijoeiro se constitui como uma cultura de grande relevância no contexto social e econômico, principalmente, por ser tido como uma importante fonte proteica na dieta alimentar da população, bem como, pelo grande número de pequenos produtores envolvidos na sua produção (PELEGRIN et al., 2009). Na Região Nordeste do país onde o feijão é largamente cultivado e consumido, a produtividade média da leguminosa é de aproximadamente 400 kg ha¹, sendo considerada muito baixa (IBGE, 2016).

Segundo Lollato, Sepulcri e Demarchi (2001), dentre os principais motivos para o baixo rendimento da cultura estão o cultivo, realizado majoritariamente por pequenos produtores, associado ao emprego de baixa tecnologia e a forte dependência das condições climáticas. Além disso, o feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, principalmente o nitrogênio, o que faz com que o baixo teor desse elemento, característica inerente à maioria dos solos do semiárido nordestino, torne-se um fator limitante ao desenvolvimento da cultura (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994; FREITAS, 2011).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) por leguminosas é a principal fonte biológica do nutriente na agricultura, sobretudo, em condições tropicais (CADETE, 2010). A FBN consiste na relação simbiótica envolvendo plantas e bactérias fixadoras de N², genericamente denominadas de rizóbios. Esse processo é caracterizado pela formação de estruturas especializadas nas raízes, chamadas nódulos, em que os microrganismos passam a fixar o nitrogênio atmosférico em compostos orgânicos que são utilizados pelas plantas, eliminando ou diminuindo a necessidade de utilização de adubos nitrogenados (MENDES; REIS JUNIOR; CUNHA, 2010).

A inoculação de rizóbios em sementes de leguminosas é um procedimento que tem recebido atenção especial nos últimos anos, por tratar-se de uma alternativa de baixo custo e que contribui para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (SCHLINDWEIN et al., 2008). Ao promover maior eficiência à FBN, a inoculação também se constitui numa importante ferramenta aos agricultores, permitindo que estes obtenham acréscimos na produtividade e rentabilidade da produção (FIGUEIREDO, 2012). Experimentos de campo no semiárido, como os desenvolvidos por Martins et al., (2003) mostram aumento significativo no rendimento de grãos com a utilização de inoculantes com estirpes eficientes no feijão caupi, acenando para a importância de se conhecer e avaliar essa interação.

O emprego de produtos de origem orgânica na agricultura tem se tornado uma forma importante de manter a qualidade das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Segundo Malavolta (2002), a adubação orgânica é importante para fertilização dos solos, tão grande e tão variada são os seus papéis. A matéria orgânica decompõe-se com muita rapidez nos solos de climas tropicais ou subtropicais úmidos. Neste sentido, a utilização do biofertilizante, composto orgânico de aquisição à baixo custo, consiste numa prática alternativa do ponto de vista socioeconômico e agroambiental, em detrimento da utilização de adubos minerais solúveis, que apresentam custo elevado, são poluidores, além de apresentarem riscos ao produtor (MEDEIROS et al., 2003).

De acordo com Medeiros et al., (2003) o biofertilizante atua nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal, possuindo alta atividade microbiana, sendo capaz de proporcionar maior proteção e resistência à planta contra agentes externos, além de atuar na ciclagem de nutrientes no solo. Com relação ao feijoeiro, a utilização do biofertilizante tem promovido um bom desenvolvimento à cultura, conforme pode ser visto nos trabalhos de Costa Júnior (2007) e Galbiatti et al., (2011), onde se observaram aumento da produtividade e qualidade dos grãos.

A agricultura familiar é responsável por mais de 70% dos alimentos consumidos pela população brasileira. Na Região Nordeste representa 89% do total dos estabelecimentos rurais existentes (FRANÇA, 2009). Na Paraíba, contudo, a produção familiar é pouco desenvolvida, atuando em caráter complementar, voltada predominantemente ao atendimento das necessidades familiares. Para Fagundes et al., (2007) resgatar o papel multifuncional da agricultura, por meio da adoção de uma agricultura sustentável, é uma saída para a resolução de problemas socioambientais e econômicos, como a conservação de recursos naturais, o êxodo rural, a segurança alimentar, o desemprego e a violência.

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da inoculação com rizóbio e aplicação de adubação orgânica nas espécies Feijão Macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e Comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do Feijão Comum

O Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a mais antiga espécie do gênero *Phaseolus* cultivada (SANTOS; GAVINALES, 2006). É uma planta herbácea, trepadeira ou rasteira, levemente pubescente, e de ciclo entre 65 a 120 dias, dependendo da cultivar e época de cultivo. Apresenta hábito de crescimento determinado ou indeterminado. As vagens são retas ou ligeiramente curvas, achatadas ou arredondadas, com bico reto ou curvado, em geral com 9 a 12 cm de comprimento, e com 3 a 7 sementes (VIEIRA, 2001)

A importância dessa leguminosa está relacionada a rica composição nutricional dos grãos, principalmente de proteínas, tornando-o um alimento básico e tradicional da dieta dos brasileiros, onde o consumo médio por habitante/ano é de aproximadamente 18 kg (CONAB, 2016). Além da relevância na dieta da população, o feijão é um dos produtos agrícolas de maior contribuição econômica-social, tendo em vista que seu cultivo é praticado numa extensa área do país, empregando mão de obra durante todo o ciclo da cultura, sobretudo na colheita (VIEIRA et al., 2006).

No Brasil, o feijão é cultivado em três períodos: a safra das “águas”, com semeadura ocorrendo entre os meses de agosto a novembro, concentrando-se nos estados da região sul; a safra da “seca”, que ocorre entre janeiro e março, abrangendo todos os estados brasileiros; e a safra de “inverno” nos meses de abril a julho, concentrando-se na faixa tropical, permitindo seu cultivo durante todo o ano, o que contribui para manutenção no abastecimento e auxilia o equilíbrio dos preços (ARAÚJO et al., 1996).

No ano de 2015, a produção nacional de feijão foi de aproximadamente 3,1 milhões de toneladas, com produtividade média de 1.079 kg/ha. Os estados de maior produção foram Paraná, Minas Gerais e Bahia. Na Paraíba, a produção foi de aproximadamente 7 mil toneladas, e o município de Remígio, registrou a maior produção, com 480 toneladas (IBGE/SIDRA, 2016). Segundo CONAB (2017), considerando as três safras, a produção de feijão em 2017 está estimada em 3,4 milhões de toneladas.

Essa produção de feijão é diversificada, de modo que, são adotados distintos níveis tecnológicos. Por outro lado, a agricultura familiar, que representa 80% da produção nacional e é apontada como a grande responsável pela produção da leguminosa no país, normalmente, é explorada sem a utilização de tecnologias (SILVA; WANDER, 2014).

Um dos grandes desafios para a produção do feijoeiro comum no Brasil recai sobre o desenvolvimento de tecnologias que permitam a ampliação do cultivo, ainda que em solos pobres e condições edafoclimáticas desfavoráveis. Associado a isso está a necessidade de tornar disponíveis estas tecnologias aos produtores rurais, o que tornaria possível elevar a produtividade da cultura e reduzir os custos de cultivo (OLIVEIRA, 2006).

De acordo com Grance et al., (2007), a associação do feijoeiro com espécies de bactérias do grupo dos rizóbios, principalmente *Rhizobium tropici*, é uma das tecnologias capazes minimizar despesas na produção, em função da substituição da adubação nitrogenada. Não obstante, estudos têm demonstrado que é possível que essa cultura se beneficie, em condições de campo, do processo de fixação biológica de N₂, podendo alcançar produtividade acima de 2.500 kg ha⁻¹ (HUNGRIA et al., 2000).

2.2. A Cultura do Feijão Macassar

O Feijão Macassar, comumente chamado de caupi ou feijão-de-corda, é uma dicotiledônea, pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina gênero *Vigna* e a espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Embora nas primeiras classificações tenha sido posto em outros gêneros, como *Phaseolus* e *Dolichos*, hoje sua colocação em *Vigna* é mundialmente aceita (Sellschop, 1962 apud DONÇA, 2012).

O feijão macassar apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em condições semiáridas. Com relação à fertilidade do solo, é uma cultura pouco exigente em nutrientes, se comparada a outras leguminosas como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e a soja (*Glicine max* L.). De forma semelhante à maioria das leguminosas, apresenta habilidade de fixação de nitrogênio do ar por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (COSTA et al., 2011; ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

Apesar do cultivo realizado em caráter de subsistência, o feijão macassar representa expressiva relevância no contexto socioeconômico das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, constituindo-se em uma das principais fontes de proteína a baixo custo para alimentação humana e geração de emprego e renda para população (ZILLI et al., 2009). Seu consumo tanto pode ser *in natura*, como grãos secos ou verdes. Por outro lado, na alimentação animal pode ser utilizado na produção de forragem verde, feno, ensilagem, dentre outras formas (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

Com relação à produção nacional de feijão macassar, com exceção de alguns estados, o serviço de Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) publica os dados da espécie de forma conjunta com o Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Esse procedimento impossibilita que se saiba, de forma direta, qual a participação de cada espécie na produção total de feijão do país (FREIRE FILHO 2011). A Conab, por outro lado, estima que a produção nacional de Feijão Macassar em 2017 seja de 725,3 mil toneladas CONAB (2017).

Para Freire Filho (2011), com os avanços obtidos na fixação biológica de nitrogênio em *Vigna unguiculata* (L.) Walp, tem-se a expectativa de que essa prática se torne de uso corrente em todas as regiões produtoras, e que, associada ao uso de cultivares melhoradas, possa reduzir custos e elevar a produtividade.

Na região nordeste onde a produtividade ainda é baixa, variando de 300 a 400 kg/ha, é de grande relevância a prática da inoculação das sementes com rizóbio, visando o incremento da produtividade, diminuição dos custos de produção e melhoria na qualidade de vida do produtor rural (ZILLI et al., 2009).

2.3. Uso de Inoculantes e Fixação Biológica no Feijoeiro

O nitrogênio é um elemento utilizado em quantidade superior pelas plantas, mais do que qualquer outro elemento, sendo essencial para o desenvolvimento das mais diversas culturas, inclusive a do feijão, é um nutriente importante na fase de florescimento e enchimento dos grãos, apresenta alto custo e é facilmente perdido por volatilização ou lixiviação (MALAVOLTA, 1989; CANTARELLA, 2007).

Vieira et al., (2006) afirmam que o nitrogênio está interligado com atividades da planta como fotossíntese, crescimento vegetativo vigoroso e folhas verde-escuras. Em contrapartida a deficiência deste nutriente ocasiona à planta baixo desenvolvimento vegetativo e baixo desenvolvimento florífero, acarretando numa menor produção.

Segundo Malavolta, (1989) o feijoeiro apresenta propriedade de fixar nitrogênio da atmosfera quando em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, sendo denominado esse processo de fixação biológica de nitrogênio. Parte das exigências do feijoeiro em relação ao nitrogênio pode ser suprida por este processo, que é mediado por inúmeros microrganismos procariotos com uma considerável diversidade morfológica, fisiológica, genética, bioquímica e filogenética, que devido a essa diversidade, ocorre nos mais diferentes habitats terrestres.

Vieira et al., (2006) descrevem que a fixação biológica de nitrogênio consiste basicamente na transformação biológica do nitrogênio (N_2) atmosférico, em amônia (NH_3), sendo realizada principalmente por bactérias especializadas denominadas rizóbio, ou em associação com plantas, em especial leguminosas, tais bactérias caracterizam-se pela capacidade de interação com o sistema radicular da planta hospedeira, desenvolvendo estruturas altamente especializadas (nódulo radicular) onde se processa a fixação biológica de nitrogênio. Esse processo se dá devido às bactérias se beneficiarem do suprimento de fotossintatos ou carbono orgânico fornecido pela planta hospedeira, enquanto a planta recebe nitrogênio fixado pelo rizóbio microssimbionte na forma amoniacal, assimilando-o em compostos nitrogenados que podem ser translocados para suas diferentes partes. O processo tem três etapas distintas: pré-infecção, infecção e desenvolvimento nodular, posteriormente ativação e funcionamento do nódulo.

Entretanto há dificuldades quanto à capacidade dessa leguminosa de fixar Nitrogênio suficiente para alcançar produtividades elevadas, por causa de diversos fatores bióticos e abióticos que afetam as bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas e a planta hospedeira, consequentemente, influenciam o estabelecimento e a eficiência da simbiose (RIBEIRO, 2002).

A competição com populações de bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas nativas pouco eficientes e estabelecidas no solo, a baixa adaptação às condições ambientais, como temperatura e acidez, deficiências nutricionais e o ciclo curto do feijoeiro-comum geralmente limitam a taxa de fixação (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; VIEIRA, 2006).

O uso de inoculante na cultura do feijoeiro, pode ser importante para suprir as necessidades de nitrogênio pela cultura. Segundo Vieira et al., (2006), o termo inoculante refere-se a um produto ou formulado que contém determinados tipos de microrganismos viáveis, como bactérias, esporos de fungos, leveduras, que são utilizados para aumentar a população microbiana de um ambiente. Ainda de acordo com Vieira et al., (2006) a fixação biológica do nitrogênio via utilização de inoculante pode ser uma alternativa para adubos nitrogenados, desde que a fixação biológica de nitrogênio supra a necessidade do feijoeiro quanto ao Nitrogênio necessário para o desenvolvimento da cultura.

Entre as vantagens da fixação biológica do nitrogênio pode-se citar o menor uso de adubos nitrogenados, que resulta em economia para o produtor; a característica de contribuir para o auto fornecimento do nitrogênio utilizado para a formação da planta minimiza os impactos do nitrogênio sobre o meio ambiente; o uso de leguminosas como adubos verdes eficientes para fixação biológica, fornece nitrogênio para o solo e melhora suas propriedades

físicas, químicas e biológicas; e o aumento de produtividade, especialmente em solos deficientes em nitrogênio disponível (ZANETTI, 2010).

Segundo Filoso et al., (2006) A fixação biológica de Nitrogênio desempenha um papel importante no aporte desse nutriente nos sistemas agrícolas. Existem estimativas de que, no mundo, esse processo contribua com 32.000 Mg ano⁻¹ de Nitrogênio em áreas cultivadas. No Brasil, a Fixação biológica de Nitrogênio com cerca de 7300 Mg ano⁻¹ de Nitrogênio, ou seja, quase três vezes a quantidade de Nitrogênio de fertilizantes industriais (2500 Mg ano⁻¹).

No entanto recentes pesquisas sugerem a possibilidade da cultura se beneficiar da fixação do nitrogênio, com o uso de inoculantes mais específicos, devido a essa tecnologia possuir, ainda, descrédito quanto à capacidade do feijoeiro em fixar nitrogênio atmosférico em quantidades suficientes para suprir suas exigências de produção. (VARGAS ET AL.,1990; EMBRAPA ,1993).

2.4. Uso do Biofertilizante na Agricultura

O sistema de produção orgânico proporciona alimentos saudáveis livres de agrotóxicos, promovendo uma melhoria no solo dentre os atributos químicos, físicos e biológicos. (COSTA, 2001; DAROLT, 2002).

A adubação orgânica constitui uma importante ferramenta para fertilização dos solos, um produto que vem se destacando entre os adubos orgânicos é o biofertilizante, com variados sistemas de aplicação, dosagens e concentrações diferenciadas, podendo apresentar resultados positivos na agricultura (MALAVOLTA, 2002).

De acordo com Pinheiro & Barreto (2005), o biofertilizante é o produto da fermentação de um substrato por microrganismos, como por exemplo, leveduras, fungos e bactérias, esses microrganismos diferem em relação a tamanho, morfologia, reação ao oxigênio livre, modo de produção, crescimento, requerimentos alimentares e habilidade para assimilar fermentos naturais.

Em uma análise de biofertilizante é possível encontrar nutrientes como o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, zinco, molibdênio, ferro, manganês, cobre e outros; hormônios que ajudam no desenvolvimento e resistência das plantas; álcool e fenol, substâncias que ajudam as plantas a desenvolverem suas células; e microrganismos benéficos, seres que ajudam nos processos de defesa das plantas e na disponibilização de nutrientes. Contudo esses produtos têm condições de alimentar e proteger a planta, visto que plantas bem nutridas apresentam maior resistência, propiciando condições de defesa contra o ataque de

insetos, fungos, bactérias e outros agentes, podendo assim funcionar como defensivos naturais quando regularmente aplicados via foliar (MOREIRA; CAPELESSO, 2006).

A adubação orgânica com o uso de biofertilizantes representa uma alternativa promissora capaz de reduzir a aplicação de quantidades de fertilizantes minerais no solo. Conforme Medeiros e Lopes (2006).

Dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) apontam que o crescimento do uso de biofertilizantes é da ordem de 4,6% ao ano.

Devido ao fato de os biofertilizantes serem resultantes da biodigestão de compostos urbanos de origem animal ou vegetal, esse produto se torna uma prática alternativa indicada principalmente para as pequenas propriedades, onde geralmente há poucos recursos tecnológicos e financeiros pois aproveita subprodutos da agropecuária que muitas vezes são descartados, tornando-se uma prática de baixo custo e que proporciona melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo.

De acordo com Medeiros et al., (2007), os biofertilizantes proporcionam melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, quando aplicados sobre as folhas, podem contribuir para o suprimento equilibrado de macro e micronutrientes, conferindo às plantas maior resistência ao ataque de pragas e doenças.

De uma forma geral, as principais vantagens do uso de biofertilizantes incluem maior produção e melhor produtividade das culturas, alimentos mais saudáveis e menor impacto ao meio ambiente.

2.5 A importância dos agrossistemas familiares

Atualmente a agricultura familiar é considerada espaço privilegiado para o desenvolvimento sustentável na área rural, pois comparada com a agricultura de extensão, apresenta menor impacto ambiental e maior eficiência social por sua tendência a valorização do trabalho familiar com inclusão de jovens e mulheres, maior diversificação de produção e manejo metódico (MATTEI, 2014; VARGAS, 2010; COSTABEBER E CAPORAL, 2003)

A agricultura familiar desempenha um importante papel para a economia e o ambiente, esse tipo de produção contribui para a segurança alimentar. Para Soares (2000), a agricultura familiar exerce múltiplas funções estratégicas para a sociedade, isto deve ser reconhecido e traduzido em políticas públicas adequadas. O mesmo autor afirma que a importância da agricultura familiar vai além da produção primária, pois gera emprego e renda, possibilitando um maior acesso aos alimentos, além disso desempenha indispensável função

ambiental, a agricultura familiar tem melhores condições para um desenvolvimento sustentável, por diversas razões, seja pelo funcionamento econômico orientado para as necessidades da família, e não na geração de lucro, seja na organização do trabalho que favorece maiores cuidados técnicos nas operações de manejo.

Agrossistemas são entidades regionais manejadas com o objetivo de produzir alimentos e outros produtos agropecuários, compreendendo elementos bióticos e abióticos em geral, incluindo agricultor e consumidor, com dimensões socioeconômicas, ambientais e de saúde pública (MARQUES, SKOPURA E FERRAZ , 2003) e de acordo com Gliessman (2001) são locais de produção agrícola ou uma unidade agrícola, englobando todos os organismos, sejam eles de interesse agropecuário ou não, levando em consideração as interações nos níveis de população, comunidade ou ecossistema e tendo como prioridade a sustentabilidade.

Alguns aspectos importantes de um agrossistema são apresentados por Altieri (2002) são eles, este sistema é formado por todos os tipos de elementos, bióticos ou abióticos, ligados estreitamente, que formam uma unidade ecológica funcional; possui limites definidos e a qualidade de autorregulação; varia de acordo com a natureza de seus componentes, ao arranjo temporal e espacial e em relação ao nível de intervenção humana; não é uma unidade independente e raramente tem limites biológicos bem definidos; pode pertencer a qualquer escala biogeográfica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi realizado na propriedade Sítio Mãe Rosa, Comunidade Mata Redonda, situada a 5,0 km da sede do município de Remígio, mesorregião do Agreste Paraibano, entre os meses de maio a julho de 2017. A área está compreendida entre as coordenadas geográficas O 35°47'24.00" S 6°59'33.00", 580 m de altitude. Segundo a classificação bioclimática de Köppen, na região predomina o clima do tipo As', caracterizado por apresentar chuvas de outono-inverno e um período de estiagem de 5 a 6 meses, com estação chuvosa no início de março, prolongando-se até agosto. A temperatura média anual varia entre 22 e 26 °C, com pequenas alterações mensais (BRASIL, 1972). Aos 75 dias após implantação do experimento, registrou-se no local a precipitação acumulada de 142 mm (Figura 1).

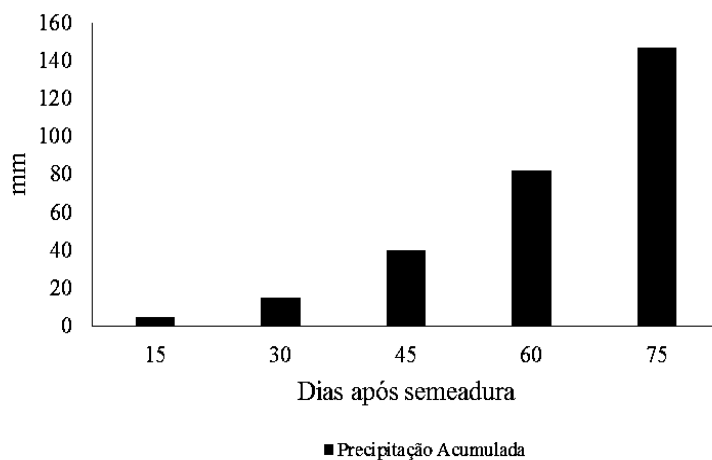


Figura 1. Precipitação acumulada no local do experimento, referente aos 75 dias após semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.

O solo da área experimental foi classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico (EMBRAPA, 2013), de textura franco-argilo arenosa, drenagem imperfeita e baixo teor de matéria orgânica. Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo da camada de 0-20 cm para análise da fertilidade¹ (EMBRAPA, 1997). Os resultados estão expressos na tabela 1.

Tabela 1. Fertilidade do solo, coletado a 20 cm de profundidade, na área do experimento. Remígio – PB, 2017.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	T	V	M.O
H ₂ O	--mg dm ⁻³ --									%	g kg ⁻¹
6,0	11,01	77,09	0,03	1,22	0,05	0,36	0,48	1,06	2,29	46,29	6,93

¹ Análise realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

3.2. Culturas

As culturas utilizadas neste estudo foram o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) pertencente ao grupo carioca, cultivar Pérola, e o feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), variedade crioula, conhecida localmente como “Bico de Moça”.

O cultivar **Pérola** é proveniente de seleção na cultivar Aporé, tem ciclo de 90 dias, apresenta hábito de crescimento determinado (entre os tipos II e III), porte semiereto, início de florescimento aos 46 dias, com flores brancas. A vagem no momento da maturação é verde, levemente rosada, e na colheita apresenta cor amarelo-areia. O grão tem coloração bege clara, com rajas marrom-claras e brilho opaco (CABRERA et al., 2012).

Com relação a variedade Bico de Moça, observou-se em campo, hábito de crescimento indeterminado, porte semiereto, com início de florescimento aos 45 dias e flores de coloração violeta. A vagem no momento de maturação apresentou-se verde, e amarelada quando madura.

A escolha das respectivas culturas deu-se em função da sua representatividade local, haja vista que são utilizadas com frequência pelos agricultores, principalmente em virtude da tolerância que apresentam à períodos de estiagem e a fácil comercialização.

3.3. Delineamento Experimental e Definição dos Tratamentos

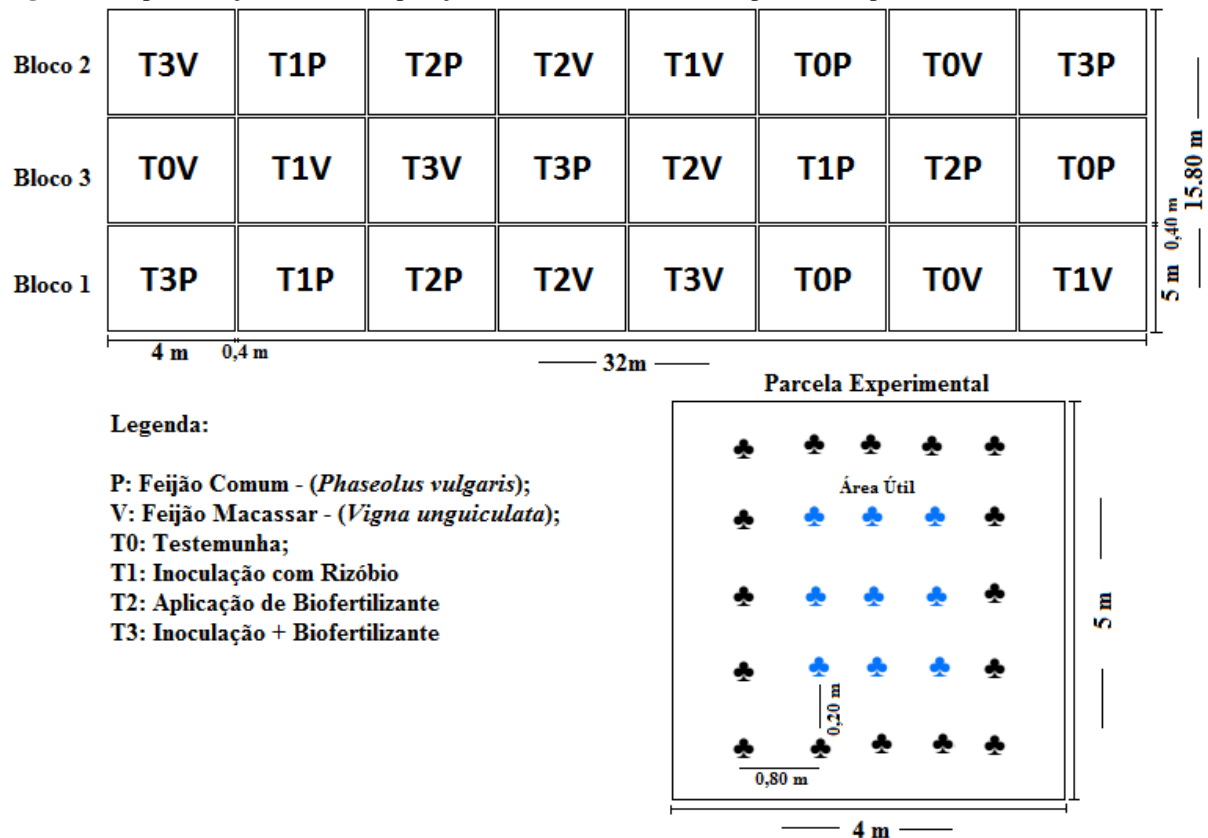
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constituídos por quatro tratamentos, três repetições e duas culturas, totalizando 24 unidades experimentais.

Os tratamentos, em comum para as duas culturas, consistiram-se em: T0 (testemunha); T1 (inoculação com rizóbio); T2 (aplicação de biofertilizante) e T3 (inoculação com rizóbio + aplicação de biofertilizante).

O preparo da área foi realizado manualmente. A confecção das parcelas experimentais obedeceu o espaçamento das culturas. Assim, cada parcela constitui-se em 5 leirões espaçados a 0,80 m x 0,20 m entre plantas, com 4 m de largura por 5 m de comprimento, totalizando 20

m². A área útil foi composta pelas 3 fileiras centrais, desprezando-se 0,20 m de cada extremidade, totalizando 9,12 m² (2,4 m x 3,8 m) (Figura 2).

Figura 2. Representação da área: disposição e tamanhos dos blocos e parcelas experimentais.



3.3.1. Preparo do Biofertilizante aeróbico

Nos tratamentos em que aplicou-se o biofertilizante aeróbico líquido, utilizou-se a concentração de 20% (1 litro de biofertilizante puro, para cada 4 litros de água), fornecendo via foliar aos 30 e 45 dias após o plantio. Utilizou-se o padrão de 2.000 l/ha, onde a primeira aplicação foi realizada aos 45 dias de fermentação do biofertilizante.

Para obtenção do biofertilizante, seguiu-se as orientações de Santos (1992) e Moura e Lima (2007), onde para obtenção de 200 litros de biofertilizante puro, acrescentou-se 30 kg de esterco bovino fresco, 3 kg de matéria vegetal verde, composta por folhas oriundas da região do experimento, 1 kg de cinzas, 1 kg de rapadura e 2 l de leite, completando-se o restante com água em um recipiente de polietileno com capacidade para 240l, mantido em ambiente arejado durante 30 dias aproximadamente, conforme a atividade microbiana. Aos 30 dias, após o início da fermentação anaeróbica, o biofertilizante puro foi submetido a análise para

determinação da composição química² (Tabela 2). Antes da aplicação, o fertilizante foi diluído em água e coado, para evitar entupimentos no pulverizador.

Tabela 2. Composição química do biofertilizante puro aos 30 dias, após início da fermentação aeróbica.

Componentes	Biofertilizante puro
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	16,10
Fósforo (g kg ⁻¹)	4,70
Potássio (g kg ⁻¹)	22,47

² Análise realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

3.3.2. Inoculação com Rizóbios

A inoculação do Feijão Comum, foi realizada com inoculante pó molhável na dose 10⁷ células/ml do inóculo contendo a estirpe CIAT 889 (*Rhizobium tropici*), uma das espécies de bactérias mais eficientes para a FBN em feijoeiro, por apresentar estabilidade genética e tolerância a temperaturas elevadas e à acidez do solo (MARTINEZ-ROMERO et al., 1991).

Para o Feijão Macassar, utilizou-se inoculante contendo a estirpe BR 3267 (*Bradyrhizobium*), isolada da região semiárida do Estado de Pernambuco (RUMJANEK et al., 2006).

Foi realizada a mistura dos inoculantes com água até a formação de uma pasta homogênea, em seguida espalhou-se a calda sobre as sementes, posteriormente colocou-as para secar num local arejado e sombreado, e no dia seguinte realizou-se a semeadura.

3.4. Características Avaliadas

3.4.1. Altura de Plantas

Utilizando fita métrica, determinou-se aos 15, 30, 45, e 60 dias após o plantio, a altura das plantas, escolhendo-se aleatoriamente dentro da área útil experimental 10 plantas, e realizando a medição a partir do nível do solo até o ápice da planta.

3.4.2. Diâmetro de Caule

Com auxílio de paquímetro, foram determinados aos 15, 30, 45, e 60 dias após o plantio, o diâmetro do caule das plantas.

3.4.3. Número e Massa Seca de Nódulos

Aos 56 dias após a semeadura, período de florescimento comum às duas culturas, coletou-se duas plantas na área útil de cada parcela experimental. As plantas foram retiradas cuidadosamente do solo (com auxílio de enxada), cortadas na base do caule, separando-se a parte aérea das raízes. Retirou-se o excesso de solo das raízes, destacou-se os nódulos e contou-se o número de nódulos, que posteriormente foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65-70 °C durante 72 h, e por fim pesados.

3.4.4. Massa Seca e Nitrogênio Acumulado na Parte Aérea

A parte aérea (caule e folhas) fresca das plantas após separação da raiz foi colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65-70 °C durante 72 h até atingir peso constante, quando foi pesada para determinação da massa seca. O acúmulo de N na parte aérea foi calculado a partir do teor de N total analisado pelo método de Kjeldahl, de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997), multiplicando-se pela massa seca da parte aérea, que após a pesagem foi moída em moinho tipo Wiley (peneiras de 2 mm).

3.5. Análise Estatística

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Feijão Comum

Na análise de variância, foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para a maioria das características avaliadas, razão pela qual aplicou-se o teste Tukey ($p < 0,05$) (Tabela 3). Por outro lado, a interação (aplicação de biofertilizante + inoculação), referente ao tratamento 3, não foi significativa, e por este motivo, optou-se por não incluí-la na discussão dos resultados.

Tabela 3. Altura de plantas, diâmetro de caule, número de nódulos (NNOD) aos 56 dias após plantio, massa seca de nódulos (MSNOD) aos 56 dias, massa seca da parte aérea (MSPA) aos 56 dias e nitrogênio acumulado na parte aérea (NAPA) aos 56 dias do Feijão Comum *Phaseolus vulgaris* L. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.

Tratamentos	Altura de plantas	Diâmetro de caule	NNOD	MSNOD	MSPA	NAPA
	cm planta ⁻¹	cm planta ⁻¹	num. planta ⁻¹	mg planta ⁻¹	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹
Com Inoculação	19,09 a	0,52 a	69,25 a	93,00 a	19,26 a	358,79 a
Sem Inoculação	20,40 a	0,48 b	43,75 b	55,63 b	15,26 b	339,07 b
Com Biofertilizante	19,96 a	0,56 a	67,13 a	100,36 a	22,92 a	365,88 a
Sem Biofertilizante	19,52 a	0,42b	46,21 a	48,26 b	16,80 b	331,98 b

³ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

4.1.1. Altura de Plantas

Para a variável altura de plantas não observou-se diferença significativa entre os tratamentos empregados. A tabela 3 apresenta a média de altura referente a todas as épocas de avaliação, que pouco variou entre os fatores, sendo possível constatar que o tratamento sem inoculação foi numericamente superior aos demais, com 20,40 cm. Por outro lado, na figura 3, observa-se o crescimento das plantas de forma linear à medida que aumentou-se o intervalo de tempo entre as medições. Aos 60 dias, as plantas de feijoeiro comum, independente do tratamento, apresentaram altura média de 32,35 cm.

Segundo Aguiar (2014), o feijão comum apresenta um porte médio de 40 a 60 cm de altura, neste sentido, o comportamento da leguminosa com relação a esta variável pode ser considerado como dentro do esperado, tendo em vista que no último período de avaliação, o

cultivar ainda estava no período de formação vagens, ou estágio R7, pronunciado quando há a exposição da primeira vagem (SANTOS et al., 2015).

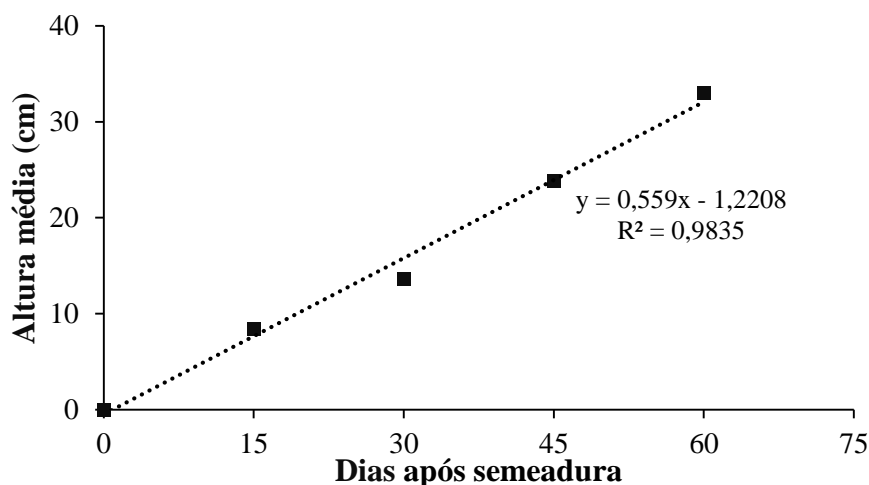


Figura 3. Altura média de plantas de Feijoeiro Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.

4.1.2. Diâmetro de caule

O desempenho da cultura com relação ao diâmetro de caule foi significativamente superior nos tratamentos com aplicação de biofertilizante e inoculação com rizóbio, obtendo-se as médias de 0,56 cm e 0,52 cm, respectivamente. Esses valores são superiores aos de Bertoldo et al. (2015) que, trabalhando com o mesmo cultivar, obteve 0,44 cm de diâmetro de caule no tratamento com inoculantes recomendados para a cultura, e em estágio fenológico semelhante. O diâmetro da haste principal manteve o comportamento da variável altura, aumentando de forma linear, conforme o número de dias após a semeadura (figura 4).

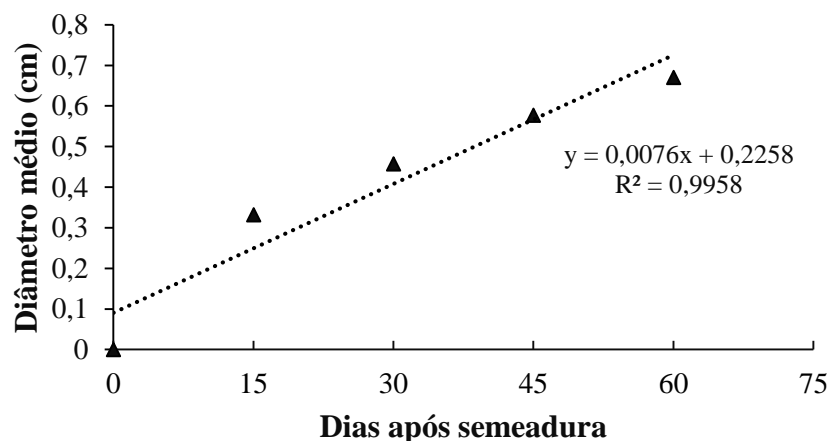


Figura 4. Diâmetro médio de plantas de Feijoeiro Comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.

4.1.3. Número e Massa Seca de Nódulos

Para a variável número de nódulos não foi observada diferença significativa entre a aplicação de biofertilizante e a inoculação, indicando a simbiose do feijoeiro com de estirpes fixadoras de nitrogênio nativas. Contudo, o tratamento com inóculo apresentou influência numericamente positiva, com média de 69,25 nódulos por planta, diferindo significativamente ($p < 0,05$) quando comparado ao tratamento sem inoculação. Souza (2015), submetendo o Cultivar Pérola a duas dosagens de *R. Tropici*, obteve 65,50 nódulos por planta.

De forma geral, pode-se considerar como boa a nodulação apresentada, uma vez que, segundo Cardoso et al., (2009) para que ocorra uma boa eficiência simbiótica são necessários pelo menos 15 unidades por planta. Um aspecto importante observado foi a influência exercida pela aplicação do biofertilizante sobre o número de nódulos. Há uma expressiva amplitude entre os tratamentos com e sem o adubo orgânico, o que abre margem para estudos no intuito de se compreender melhor essa relação.

A massa de nódulos secos é uma variável empregada para avaliação da eficiência simbiótica de bactérias moduladoras de leguminosas, fazendo parte do protocolo para avaliação da eficiência de estirpes no Brasil (MAPA, 2011). Em relação a essa variável, foram obtidos valores que variaram de 48,26 mg planta⁻¹ a 100,36 mg planta⁻¹, onde o tratamento com aplicação do biofertilizante teve o seu efeito mais pronunciado, uma vez que apresentou diferença significativa quando comparado a não aplicação, dando a entender que o fertilizante anaeróbico pode ter propiciado o desenvolvimento de nódulos maiores, e portanto, de massa superior aos demais.

Para Dobereiner (1966) apud Santos et al., (2009) existe uma correlação positiva entre a massa seca de nódulos e a quantidade de nitrogênio acumulado em leguminosas. O autor sugere que plantas que apresentam maiores valores para esta variável, são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico com maior eficiência, fato corroborado neste trabalho, onde o maior acúmulo de N na parte aérea correspondeu aos tratamentos que obtiveram maior massa seca de nódulos, ou seja, os tratamentos com aplicação de biofertilizante e inoculação com rizóbio, respectivamente.

4.1.4. Massa seca e Nitrogênio Acumulado na Parte Aérea

Quanto as variáveis massa seca e nitrogênio acumulado na parte aérea, observou-se que os tratamentos com inoculação e com aplicação do biofertilizante se sobressaíram

significativamente em relação aos demais, onde o fertilizante orgânico obteve média numericamente superior à todos. A possível explicação para este fato está, provavelmente, relacionada com o maior teor de N acumulado nas folhas, proporcionado pela adubação foliar, uma vez que na composição química do biofertilizante submetido à análise (tabela 2), o nutriente predominante foi o nitrogênio, que quando aplicado na dose correta atua aumentando o teor de clorofila e o índice de área foliar e, conseqüentemente, os níveis de fotossíntese líquida, que resulta em um maior acúmulo de matéria seca (CRUSCIOL, 2007).

4.2. Feijão Macassar

De forma semelhante ao Feijão Comum, para o Feijão Macassar, a análise de variância apontou diferença significativa em grande parte das características avaliadas em função dos tratamentos utilizados, razão pela qual aplicou-se o teste Tukey ($p < 0,05$) (Tabela 4). Igualmente a cultura anterior, a interação (aplicação de biofertilizante + inoculação), referente ao tratamento 3, não foi significativa, e por isso, excluiu-se a mesma da discussão dos resultados.

Tabela 4. Altura de plantas, diâmetro de caule, número de nódulos (NNOD) aos 56 dias, massa seca de nódulos (MSNOD) aos 56 dias, massa seca da parte aérea (MSPA) aos 56 dias e nitrogênio acumulado na parte aérea (NAPA) aos 56 dias do Feijão Macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB.

Tratamentos	Altura de Plantas	Diâmetro do Caule	NNOD	MSNOD	MSPA	NAPA
	cm planta ⁻¹	cm planta ⁻¹	num. planta ⁻¹	mg planta ⁻¹	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹
Com inoculação	28,38 a	0,63 a	55, 92 a	171,08 a	32,30 a	422,00 a
Sem Inoculação	26,65 a	0,61 a	30,92 b	63,41 b	26,58 a	309,00 a
Com Biofertilizante	28,80 a	0,63 a	56,50 a	144,39 a	28,13 a	285,26 a
Sem Biofertilizante	26,23 b	0,61 a	30,33 b	90,09 b	30,75 a	346,01 a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

4.2.1. Altura de Plantas

Com relação à média de altura dos dias de avaliação do Feijão Macassar, observou-se diferença significativa apenas para o tratamento onde não houve aplicação do biofertilizante, onde a média inferior dentre todos os tratamentos, com 26,23 cm. Por outro lado, o tratamento com biofertilizante obteve altura média numericamente superior aos demais, com 28,80 cm.

Na figura 5 é possível observar o crescimento linear em altura das plantas de feijão com o avanço dos dias após semeadura. A altura máxima ocorreu aos 60 dias, quando as plantas apresentaram média de 45,07 cm.

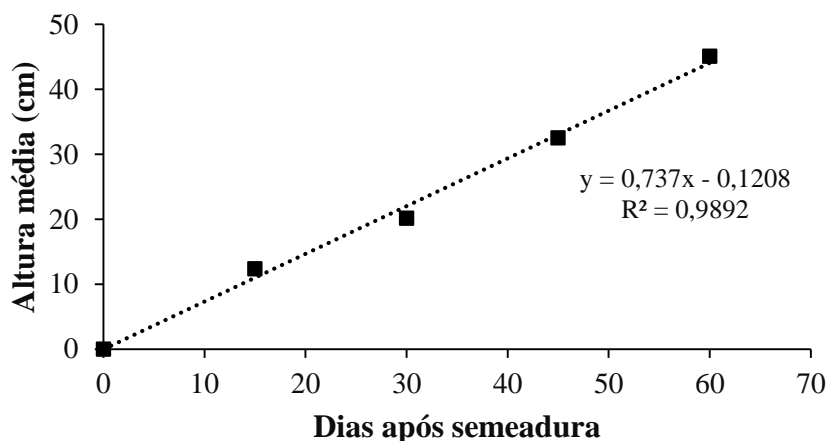


Figura 5. Altura média de plantas de Feijão Macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB

Silva (2015), trabalhando com feijão macassar inoculado com a estirpe BR3267, obteve 37,20 cm de altura de plantas aos 56 dias. Por outro lado, Frigo et al. (2014), em condições semelhantes obtiveram altura aos 40 dias após semeadura estimada em 49,80 cm. Cruz et al., (2014), por sua vez, avaliando diferentes dosagens de biofertilizante sobre o comportamento vegetativo do feijão macassar, observaram que, aos 60 dias, a altura média foi estimada em 41,50 cm na maior dose aplicada. Neste sentido, observa-se que no presente estudo, os valores de altura apresentaram-se dentro do padrão mantido pela espécie.

4.2.2. Diâmetro de caule

Para a variável diâmetro de caule não se observou diferença significativa entre os tratamentos. A amplitude variou de 0,36 cm aos 15 dias à 0,91 cm aos 60 dias após semeadura. Mesmo tomando os dados numericamente, observa-se que as médias pouco diferiram entre os tratamentos, contudo, os valores foram próximos aos obtidos por Linhares et al., (2014) e Pereira (2013), que encontraram média do diâmetro de caule em torno de 1,13 cm e 1,35 cm, respectivamente, ao final do ciclo da cultura. Na figura 6, é possível observar o crescimento das plantas em diâmetro de forma linear com o avanço dos dias após a semeadura.

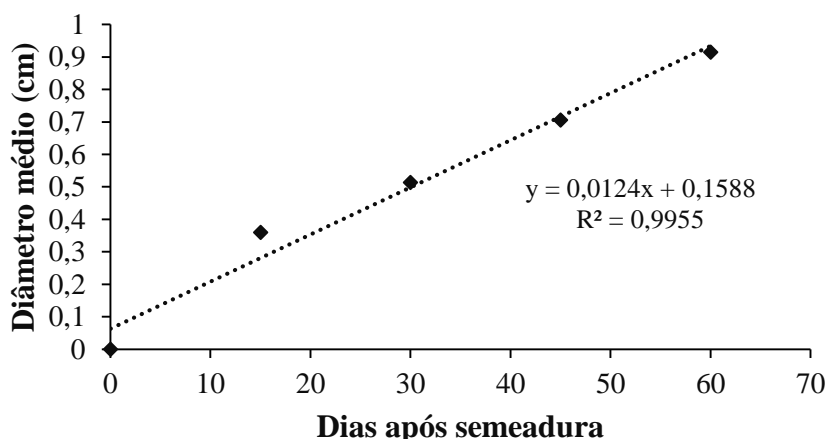


Figura 6. Diâmetro médio de plantas de Feijão Macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função dos dias após a semeadura. Sítio Mãe Rosa, município de Remígio-PB

4.2.3. Número e Massa Seca de Nódulos

Quanto a média do número de nódulos, os tratamentos variaram entre 30,36 a 50,56 nódulos planta⁻¹. A presença de nódulos, mesmo onde não houve inoculação, indica a existência de rizóbios nativos do solo capazes de nodular o feijão macassar, assim como observado no feijoeiro comum. Os tratamentos referentes à inoculação de rizóbio e aplicação de biofertilizante foram significativamente superiores aos demais, porém não diferiram entre si. Assim como no feijão comum, houve uma relação positiva entre a aplicação do biofertilizante e a quantidade de nódulos formados, sendo inclusive, numericamente superior à estirpe 3267, recomendada e amplamente utilizada na cultura do feijão macassar.

A massa seca de nódulos variou entre 90,09 e 171,08 mg planta⁻¹, guardando as proporções em relação ao número de nódulos, havendo entretanto, uma pequena superioridade numérica do tratamento com inoculação quando comparado à aplicação do biofertilizante. SILVA et al., (2010), utilizando a mesma estirpe no macassar, obtiveram para a massa seca de nódulos, os valores máximos estimados em 100 e 121 mg planta⁻¹; Xavier et al., (2008) por sua vez, obtiveram no tratamento com inoculação, o valor máximo de 118,6 mg planta⁻¹, valores considerados bons, no que se refere a eficiência da FBN.

4.2.4. Massa seca e Nitrogênio Acumulado na Parte Aérea

Para as variáveis massa seca e nitrogênio acumulado na parte aérea não observou-se diferença significativa entre os tratamentos no feijão Macassar. Com isso, pode-se deduzir

que a população nativa, adaptada as condições edafoclimáticas do experimento, tem alta capacidade de estabelecer simbiose com a leguminosa.

Segundo Fageria e Baligar (2005), a massa seca da parte aérea do feijoeiro é um importante parâmetro de crescimento, associado significativamente com a produtividade de grãos e com o acúmulo de nutrientes, em especial o nitrogênio, o que é corroborado pelos valores obtidos neste trabalho, em que o tratamento que apresentou maior valor de massa seca da parte aérea, ou seja, a inoculação com rizóbio (32 g planta^{-1}), também foi superior numericamente em relação ao acúmulo de N na parte aérea quando comparado aos demais, apresentando $358 \text{ g planta}^{-1}$.

Com relação a variável acúmulo de nitrogênio na parte aérea, os tratamentos variaram entre $285,26$ a $422 \text{ g planta}^{-1}$. Costa et al., (2011) avaliando cepas nativas, recomendadas, inclusive a BR 3267, utilizada neste experimento, no feijão macassar, obteve valores entre $209,69$ a $289,98 \text{ g planta}^{-1}$ de N acumulado na parte aérea, o que comprova a adaptação da estirpe BR 3267 às condições de clima e solo de Remígio.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do biofertilizante no feijoeiro Comum apresentou efeito superior sobre o diâmetro de caule, massa seca de nódulos, massa seca da parte aérea e acúmulo de nitrogênio na parte aérea. A inoculação com rizóbio por sua vez, influiu de forma pontual no número de nódulos. A altura de plantas não foi influenciada por ambos tratamentos.

Para o feijão Macassar, o fertilizante orgânico promoveu maiores valores nas variáveis altura de plantas e número de nódulos, o que merece atenção, no sentido de estudar mais a fundo tal influência. O inoculante obteve efeito superior na massa seca de nódulos e da parte aérea, e no acúmulo de nitrogênio na parte aérea. Altura de plantas e diâmetro não foram influenciados pelos tratamentos empregados.

Finalmente, as duas espécies tiveram grande parte dos seus caracteres vegetativos influenciados positivamente pelo emprego dos tratamentos, aplicação de biofertilizante e inoculação com rizóbio, evidenciando a importância da utilização dessas alternativas, sobretudo na agricultura de subsistência, por se tratarem de fontes acessíveis a baixo custo e menos agressivas ao meio ambiente se comparadas aos adubos químicos, otimizando dessa forma a utilização dos recursos ambientais.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. et al. **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**. 7. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.[et al.]. **Cultivo do feijão-caupi** (*Vigna unguiculata* (L.) - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p. : il. ; 21 cm. - (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção : 2)
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.
- ANDA, Associação Nacional Para Difusão de Adubos. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/>>. Acesso em: 19 jun 2017.
- ARAÚJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro** comum no Brasil. Piracicaba: Potafos, 1996. 786 p.
- BERTOLDO, Juliano Garcia et al. Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de N-ureia. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 3, p.348-355, set. 2015.
- BRASIL, (1972) - **Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Ministério da agricultura. Levantamento exploratório. Rio de Janeiro: MA/EPE - SUDENE/DRN, (Boletim Técnico, 15), 683 pp.
- CABRERA, Jose Luiz Díaz et al. **Árvore do conhecimento**: feijão. 2012. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_106_243200313236.html>. Acesso em: 18 maio 2017.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2016/2017**, décimo levantamento – julho de 2017. CONAB; 2017. 171p.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Series Históricas**. 2016. Disponível em:http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos > Acesso em: 15 jun. 2017.
- COSTA, E. M. et al. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 42, n. 1, p.1-7, mar. 2011.
- COSTA, M. M. B. **Aporte da agroecologia ao processo de sustentabilidade agrícola**. Curitiba: UFPR, 54p. 2001. DAROLT, M.R. Agricultura orgânica: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002,250p. DECHEN, A.R. HAAG, H.P CARMELLO,Q.A.C. Mecanismos de absorção e de translocação de micro nutrientes. In: FERREIRA. M.E; 250p 2002.

COSTA, R. C. L.; LOBATO, A. K. S.; SILVEIRA, J. A. G.; LAUGHINGHOUSE, H. D. **ABA mediated proline synthesis in cowpea leaves exposed to water deficiency and rehydration**. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, v. 35, n. 3, p. 309-317, 2011.

COSTABEBER, José A; CAPORAL, Francisco R. Possibilidades e Alternativas do Desenvolvimento Rural Sustentável”. In: VELA, H. (Org.): **Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável no Mercosul**. Santa Maria. Editora da UFSM/Pallotti, 2003. p.157-194.

CRUSCIOL, C.A.C; SORATTO, R.P.; SILVA, L.M. da; LEMOS, L.B. **Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.31, p.1545-1552, 2007.

CRUZ, Joscélia da Silva et al. Comportamento vegetativo do feijão caupi irrigado e adubado sob diferentes doses de biofertilizante orgânico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.154-160, 25 abr. 2014. INOVAGRI.

DÖBEREINER, J. **Evaluation of nitrogen fixation in legumes by the regression of total plant nitrogen with nodule weight**. Nature, v.210, n.7, p.850–852, 1966.

DONÇA, Marques Cachisso Bombo. **Seleção precoce para caracteres dos grãos no melhoramento de feijão-caupi**.2012. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Pós - Graduação de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras- Mg, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Serviço de Produção da Informação (Brasília). **Recomendações técnicas para o cultivo do feijão: zona 61 e 83**. Brasília-DF: EMBRAPA-SPJ, 1993. 93 p

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa — CNPS. Documentos, 1)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. **Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants**. *Advances in Agronomy*. New York. v.88, p.97-185, 2005.

FERREIRA D.F. Programa SISVAR: **sistema de análise de variância**: versão 4,6 (Build 6,0). Lavras: DEX/UFL (2003).

FILOSO, S.; MARTINELLI, L. A.; HOWARTH, R. W.; BOYER, E. W.; DENTENER, F.nHuman activities changing the nitrogen cycle in Brazil. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 79, n. 1-2, p. 61-89, 2006.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K.J.D. e; NOGUEIRA, M.S.R.; RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FRIGO, G.R. ; GUIMARAES, S. L. ; BONFIM-SILVA, E. M. ; POLIZEL, A. C. **The inoculation of cowpeaculture with rhizobail lineage in Brazilian Cerrado Region.** African Journal of Microbiology Research, v. 8, p. 3150-3156, 2014.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecolog ia:** processos ecológicos em agricultura sustentável. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

GRANGE, L.; HUNGRIA, M.; GRAHAM, P. H.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. **New insights into the origins and evolution of rhizobia that nodulate common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Brazil.** Soil Biology & Biochemistry, Brisbane, v. 39, n. 4, p. 867-876, 2007.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D.S.; CHUEIRE, L.M.O.; PROBANZA, A.; GUTIERREZ-MAÑERO, F.J. & MEGIAS, M. **Isolation and characterization of new efficient and competitive bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobia from Brazil.** Soil Biol. Biochem., 32:1515-1528, 2000

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio com a cultura da soja.** In: Workshop Nitrogênio na sustentabilidade de sistemas intensivos de produção agropecuária, 2000b, Dourados. Anais... Dourados: Embrapa Agropecuaria Oeste; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. p. 51-75. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 26; Embrapa Agrobiologia. Documentos, 128)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.** Disponível em: <
<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1002#resultado>>. Acesso em: 24 mar. 2017

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** 5ª Ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989. 292p

MALAVOLTA, E., GOMES, F. P., ALACARDE, J.C. **Adubos & adubações: adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise do solo.** São Paulo: Nobel, 2002. 200p

MARQUES, J. F.; SKORUPA, L.A.; FERRAZ, J.M.G. (ed.). **Indicadores de Sustentabilidade em Agrossistemas.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 281p.

MARTÍNEZ-ROMERO, E.; SEGOVIA, E.; MERCANTE, F. M.; FRANCO, A.A.; GRAHAM, P. H.; PARDO, M. A. **Rhizobium tropici, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena* sp. trees.** International Journal of Systematic Bacteriology, v.41, p.417-426, 1991

MATTEI, L. **O Papel e a Importância da Agricultura Familiar no Desenvolvimento Rural Brasileiro Contemporâneo.** Revista Econômica do Nordeste, nº esp., p. 2014.

MEDEIROS, M.B. LOPES, J.S. **Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola.** Bahia Agrícola. v. 7, n. 3, p. 24-26. 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Protocolo Oficial para Avaliação da Viabilidade e Eficiência Agronômica de Cepas, Inoculantes e Tecnologias Relacionados ao Processo de Fixação Biológica do Nitrogênio em Leguminosa.** 2017. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/arquivos/arquivos-bebidas-vinhos-e-derivados/protocolo-oficial-para-avaliacao-da-viabilidade-e-eficiencia-agronomica-de-cepas-inoculantes-e-tecnologias-relacionados-ao-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-em-leguminosas.pdf/view>>. Acesso em 20 jul. de 2017.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2.ed. Lavras: Ufla, 2006. 729p.

MOURA, M.; Lima, M. (Org.). **Fermentado biológico:** Adubo da natureza para as plantas que alimentam. Ouricuri: Caatinga, 2007. 20p.

OLIVEIRA, A.P.S., **Desempenho do feijoeiro-comum inoculado com rizóbio em resposta a diferentes plantas de cobertura e épocas de dessecação.** 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Agronomia, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Go – Brasil, 2016.

PINHEIRO, S., BARRETO, S. B. “MB-4”: **agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes.** Canoas-RS: SALES, 2005. 273p

RUMJANEK, N. G. et al. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão Caupi: avanços tecnológicos.** Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p. 281-335.

SANTOS, Jardel O. et al. Ontogenia da nodulação em feijão-fava (*Phaseolus lunatus*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p.426-429, ago. 2009.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L.; VIEIRA, R. F.; PINHEIRO, L. R. Botânica. In: CARNEIRO, J. E.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão do plantio à colheita.** Viçosa: Ed. UFV, 2015. p.37-66.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds). **Feijão.** 2ª.ed. **Viçosa-MG:** Universidade Federal de Viçosa, p. 41-65. 2006.

SILVA, N. L. **Feijão Caupi inoculado com rizóbio e cultivado em solo com e sem compactação.** 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2015.

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. Documentos, 287. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2014. 63 p.

SOARES, A. C.. **A multifuncionalidade da agricultura familiar.** 2000. Disponível em: <http://www.grupochoarlavi.org/php/doc/documentos/multifuncionalidad.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2017.

SOUZA, J. E. B. **Co-inoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* no feijoeiro-comum visando aumento de produtividade e redução de custo de produção.** 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2015

VAIRO DOS SANTOS, A. C. **Biofertilizante líquido:** o defensivo agrícola da natureza. 2 ed. rev. Niterói: EMATER-RJ, 1992. 16 p. (Agropecuária Fluminense, 8).

VARGAS, A. A. T.; ATHAYDE, J. T.; SILVEIRA, J. S. M. **Inoculação com rizóbios, adubação com macro e micronutrientes, e parcelamento do N-mineral aplicados no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** Energia Nuclear e Agricultura, Piracicaba, v. 11, n. 1, p. 3-14, 1990.

VARGAS, Alexandre. **Agricultura Familiar e Sustentabilidade. Sociedade e Desenvolvimento Rural**, v. 4, n. 1, p. 133-143, 2010.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T.J.P.; BORÉM, B. **Feijão.** 2ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 600p.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão.** 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 600 p.

ZILLI, J. E., et al. "Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima." *Acta Amazonica* 39.04 (2009): 749-758.